

#2
10-3-00
JM

EXPRESS MAIL NO. EL576624676US

DATE OF DEPOSIT 7/5/00

Our Case No. 9281/3683
Client Reference No. N US99096

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Kiyoshi Sato)
Serial No. To Be Assigned)
Filing Date: Herewith)
For Thin Film Magnetic Head With)
Track Width Restricting Groove)
Formed To Fully Reach Lower Core)
Layer, And Manufacturing Method)
For The Same)

JC542 U.S. PTO
09/610558
07/05/00

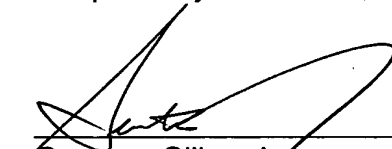
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent
Application No. 11-191648, filed July 6, 1999 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,


Gustavo Siller, Jr.
Registration No. 32,305
Attorney for Applicant

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2
10-3-00
JC542 U.S. PTO
09/610558



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 7月 6日

願番号
Application Number:

平成11年特許願第191648号

願人
Applicant(s):

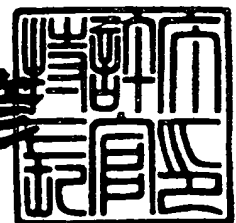
アルプス電気株式会社

Best Available Copy

2000年 5月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

出証番号 出証特2000-3036441

【書類名】 特許願

【整理番号】 991115AL

【提出日】 平成11年 7月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/127

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

 【氏名】 佐藤 清

【特許出願人】

 【識別番号】 000010098

 【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

 【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

 【識別番号】 100085453

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041070

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部コア層と、上部コア層と、両コア層の間に位置する少なくとも 1 層の絶縁層とを有し、前記絶縁層にはトラック幅規制溝が形成され、このトラック幅規制溝内に、前記下部コア層と連続する下部磁極層及び／または上部コア層と連続する上部磁極層、ならびに前記一方のコア層とこれに対向する前記一方の磁極層との間または両磁極層の間に位置するギャップ層が設けられており、

前記下部コア層と前記絶縁層との間には、前記トラック幅規制溝を除いた部分にストッパ層が介在しており、このストッパ層は、前記絶縁層の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さいエッチングレートを有する絶縁材料で形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記ストッパ層は、絶縁層よりも薄い膜厚で形成されている請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記ストッパ層の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、絶縁層の前記エッチングレートに比べて 10 倍以上小さい請求項 1 または 2 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記絶縁層は、 SiO_2 で形成され、前記ストッパ層は、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成されている請求項 3 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 下部コア層、絶縁層、上部コア層が順に積層されて成る薄膜磁気ヘッドの製造方法において、

下部コア層上に、絶縁材料製のストッパ層を形成する工程と、

前記ストッパ層の上に、前記ストッパ層に使用された絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも大きいエッチングレートの絶縁材料による少なくとも 1 層の絶縁層を形成する工程と、

前記絶縁層上に、所定の間隔を開けてマスクを形成する工程と、

前記間隔内に露出する前記絶縁層を反応性イオンエッチングで削り、前記間隔内で、前記ストッパ層が露出するまで前記絶縁層を除去してトラック幅規制溝を

形成する工程と、

前記トラック幅規制溝内に露出するストッパ層を、反応性イオンエッチングにより除去し、下部コア層を露出させる工程と、

前記トラック幅規制溝内で、前記下部コア層と連続する下部磁極層および前記下部磁極層の上にギャップ層を形成する工程、または前記下部コア層の上にギャップ層を形成する工程と、

前記トラック幅規制溝内で前記ギャップ層の上に上部磁極層を形成し、さらに上部磁極層の上に上部コア層を形成する工程、または前記ギャップ層の上に直接上部コア層を形成する工程と、

を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 6】 前記絶縁層を反応性イオンエッチングで削る際に、前記絶縁層をその膜厚以上に削るオーバーエッチングを行なって前記間隔内で前記絶縁層を完全に除去してトラック幅規制溝を形成し、且つ前記オーバーエッチングは、トラック幅規制溝の下に前記ストッパ層が残される程度に行なう請求項 5 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 ストッパ層の上に形成された絶縁層のうち前記反応性イオンエッチングによって除去する膜厚を X_1 、絶縁層のエッチングレート：ストッパ層のエッチングレートの比を $Y : 1$ とし、前記絶縁層の膜厚 X_1 に対するオーバーエッチング量を $N\%$ としたとき、前記ストッパ層の膜厚 X_2 を、 $X_2 \geq (X_1 \cdot N) / (Y \cdot 100)$ で形成する請求項 6 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法（ただし、前記オーバーエッチング量とは、絶縁層と同じ材料を前記膜厚 X_1 を越えてオーバーエッチングしたと仮定したときに前記材料が前記膜厚 X_1 を越えて削られる量 $(X_1 \cdot N / 100)$ から求められる）。

【請求項 8】 前記ストッパ層に使用される絶縁材料のエッチングレートは、絶縁層に使用される絶縁材料のエッチングレートに比べて 10 倍以上小さい請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 前記絶縁層を、 SiO_2 で形成し、前記ストッパ層を、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成する請求項 8 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば浮上式磁気ヘッドなどに使用される記録用の薄膜磁気ヘッドに係り、特に、下部コア層と上部コア層との間に介在する絶縁層に、完全に前記下部コア層にまで通じるトラック幅規制溝を確実にしかも容易に形成でき、前記溝内に、適切に磁極層等をメッキ成長させることができる薄膜磁気ヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図13は、従来の薄膜磁気ヘッドを記録媒体との対向面（ABS面）から見た部分正面図である。

【0003】

図13に示す薄膜磁気ヘッドは、記録用のインダクティブヘッドであり、このインダクティブヘッドの図示下側に、再生用のMRヘッドが形成されていてもよい。

【0004】

図13に示す符号1は、磁性材料で形成された下部コア層であり、この下部コア層1の上に、 SiO_2 などの絶縁材料で形成された絶縁層9が形成されている。

【0005】

この絶縁層9には、図13に示すように、トラック幅規制溝9aが形成されており、前記トラック幅規制溝9a内に下から、前記下部コア層1と磁氣的に接続する下部磁極層3、ギャップ層4、及び上部コア層6に磁氣的に接続する上部磁極層5がメッキ形成されている。

【0006】

前記トラック幅規制溝9aは、下部コア層1上から絶縁層9の途中にまで形成され、前記溝9aの両側端部の上端から、前記絶縁層9の表面9cにかけて、前記溝9aの内幅寸法がトラック幅Twから徐々に広がるようにして傾斜する傾斜

面 9 b, 9 b が形成されている。

【0 0 0 7】

そして前記上部磁極層 5 上に磁氣的に接続されて形成される上部コア層 6 の一部が、前記絶縁層 9 に形成された傾斜面 9 b, 9 b 上から、下部コア層 1 と離れる方向に延びて形成されている。

【0 0 0 8】

図 1 4 及び図 1 5 は、図 1 3 に示す薄膜磁気ヘッドの絶縁層 9 に設けられたトラック幅規制溝 9 a の形成方法を示している。

【0 0 0 9】

図 1 4 に示す工程では、まず下部コア層 1 上に SiO_2 などの絶縁材料で形成された絶縁層 9 を形成し、さらに前記絶縁層 9 上に、レジスト層 7 を形成する。その後、露光現像により前記レジスト層 7 に所定の間隔 7 a をパターン形成する。前記間隔 7 a の幅寸法は T 1 であり、この幅寸法 T 1 は、ほぼトラック幅 T w で形成される。

【0 0 1 0】

そして図 1 5 に示す工程では、前記レジスト層 7 に開けられた間隔 7 a 内に露出する絶縁層 9 の部分を、反応性イオンエッチング (R I E 法) により削り、トラック幅規制溝 9 a を形成する。前記トラック幅規制溝 9 a は、反応性イオンエッチングにより、絶縁層 9 の表面から下部コア層 1 の表面にかけて、ほぼ一定の幅寸法で形成されていき、前記溝 9 a の幅寸法がトラック幅 T w として規定される。

【0 0 1 1】

前記トラック幅規制溝 9 a を形成した後、例えば図 1 3 に示す傾斜面 9 b, 9 b の形成を行ない、さらに前記トラック幅規制溝 9 a 内に、下部磁極層 3、ギャップ層 4、及び上部磁極層 5 をメッキ成長させて形成する。

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来における上記の薄膜磁気ヘッドの構造及びその製造方法では、反応性イオンエッチングにより、絶縁層 1 1 にトラック幅規制溝 9 a を完全

に下部コア層 1 にまで通じるように形成することは難しく、図 1 5 に示すように、前記トラック幅規制溝 9 a の底面 9 d と、下部コア層 1 との間（A の部分）には、絶縁層 9 の一部が残り易い。

【0 0 1 3】

このようにトラック幅規制溝 9 a と下部コア層 1 との間 A に、絶縁層 9 の一部が残ると、前記トラック幅規制溝 9 a 内に、前記下部コア層 1 と連続する下部磁極層 3（図 9 参照）をメッキ形成してもメッキ成長が鈍化し、メッキ剥れが起こり易く、また下部コア層 1 と下部磁極層 3 との間に、絶縁層 9 が介在することにより、前記下部コア層 1 と下部磁極層 3 との磁気的な接続が弱まり、記録特性を低減させる原因となる。

【0 0 1 4】

以上のように、トラック幅規制溝 9 a を完全に下部コア層 1 表面にまで通じるように形成することができず、前記トラック幅規制溝 9 a 内に絶縁層 9 の一部が残るのは、絶縁層 9 が厚い膜厚で形成されるため、エッチングの制御性が非常に難しいからである。前記絶縁層 9 を反応性イオンエッチングにより削っていくと、図 1 5 に示すように、削られた部分（トラック幅規制溝 9 a）の底面 9 d にはうねりが発生し、エッチング時間等の制御により、トラック幅規制溝 9 a 内の絶縁層 9 を完全に除去することは困難であった。また前記絶縁層 9 が、反応性イオンエッチングに対するエッチングレートの高い例えば SiO_2 などの絶縁材料で形成されている場合には、なおさらエッチングの制御が難しくなる。

【0 0 1 5】

本発明は上記従来の課題を解決するものであり、特に絶縁層に形成されるトラック幅規制溝を、確実に下部コア層にまで通じるように形成でき、したがって前記溝内に適切に磁極層等をメッキ成長させることができ、記録特性を向上させることが可能な薄膜磁気ヘッド及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0 0 1 6】

【課題を解決するための手段】

本発明における薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、上部コア層と、両コア層の

間に位置する少なくとも1層の絶縁層とを有し、前記絶縁層にはトラック幅規制溝が形成され、このトラック幅規制溝内に、前記下部コア層と連続する下部磁極層及び／または上部コア層と連続する上部磁極層、ならびに前記一方のコア層とこれに対向する前記一方の磁極層との間または両磁極層の間に位置するギャップ層が設けられており、

前記下部コア層と前記絶縁層との間には、前記トラック幅規制溝を除いた部分にストッパ層が介在しており、このストッパ層は、前記絶縁層の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さいエッチングレートを有する絶縁材料で形成されていることを特徴とするものである。

【0017】

上記のように本発明では、絶縁層と下部コア層との間に、前記絶縁層の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さいエッチングレートを有する絶縁材料製のストッパ層が設けられている。そして本発明では、前記絶縁層に形成されるトラック幅規制溝は、確実に下部コア層表面にまで通じて形成されており、従来のように、前記トラック幅規制溝内に、絶縁層が残されていない。

【0018】

よって本発明では、前記溝内に、例えば下部コア層と磁氣的に接続する下部磁極層を、適切にメッキ成長させて形成でき、良好な記録特性を有する薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

【0019】

また本発明では、前記ストッパ層の膜厚は、絶縁層の膜厚よりも薄い膜厚で形成されていることが好ましい。

【0020】

また本発明では、前記ストッパ層の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、絶縁層のエッチングレートに比べて10倍以上小さいことが好ましい。具体的には、前記絶縁層は、 SiO_2 で形成され、前記ストッパ層は、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成されていることが好ましい。

【0021】

また本発明は、下部コア層、絶縁層、上部コア層がこの順に積層されて成る薄

膜磁気ヘッドの製造方法において、

下部コア層上に、絶縁材料製のストッパ層を形成する工程と、

前記ストッパ層の上に、前記ストッパ層に使用された絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも大きいエッチングレートの絶縁材料による少なくとも1層の絶縁層を形成する工程と、

前記絶縁層上に、所定の間隔を開けてマスクを形成する工程と、

前記間隔内に露出する前記絶縁層を反応性イオンエッチングで削り、前記間隔内で、前記ストッパ層が露出するまで前記絶縁層を除去してトラック幅規制溝を形成する工程と、

前記トラック幅規制溝内に露出するストッパ層を、反応性イオンエッチングにより除去し、下部コア層を露出させる工程と、

前記トラック幅規制溝内で、前記下部コア層と連続する下部磁極層および前記下部磁極層の上にギャップ層を形成する工程、または前記下部コア層の上にギャップ層を形成する工程と、

前記トラック幅規制溝内で前記ギャップ層の上に上部磁極層を形成し、さらに上部磁極層の上に上部コア層を形成する工程、または前記ギャップ層の上に直接上部コア層を形成する工程と、

を有することを特徴とするものである。

【0022】

上記のように本発明では、下部コア層上にストッパ層を形成し、前記ストッパ層として使用された絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも大きいエッチングレートを有する絶縁材料を絶縁層として、前記ストッパ層上に形成している。

【0023】

そして本発明では、前記絶縁層上に形成された、例えばレジストなどのマスクを利用して、反応性イオンエッチングにより前記絶縁層にトラック幅規制溝を形成する。このエッチングの際、本発明では、前記ストッパ層が露出するまで前記絶縁層を除去してトラック幅規制溝を形成する。つまり前記エッチングにより、トラック幅規制溝内に絶縁層を残さないようにする。

【0024】

このように本発明では、反応性イオンエッチングが終了すると、トラック幅規制溝の底面と下部コア層との間には、ストッパ層が残された状態になる。

【0025】

そして本発明では、前記トラック幅規制溝の下に残された前記ストッパ層を反応性イオンエッチングにより除去して、下部コア層の表面を露出させる。

【0026】

また本発明では、前記絶縁層を反応性イオンエッチングで削る際に、前記絶縁層をその膜厚以上に削るオーバーエッチングを行なって前記間隔内で前記絶縁層を完全に除去してトラック幅規制溝を形成し、且つ前記オーバーエッチングは、トラック幅規制溝の下に前記ストッパ層が残される程度に行なうことが好ましい。

【0027】

このように、前記絶縁層に対しオーバーエッチングを行なうことが可能なのは、前記絶縁層の下にストッパ層が設けられているからである。

【0028】

前記絶縁層にオーバーエッチングを行なうと、トラック幅規制溝が形成されるべき部分の絶縁層は完全に除去されるが、絶縁層を完全に除去した段階で、まだエッチング時間が残されている場合には、前記絶縁層の下に存在する層もまた前記エッチングにより削られる。本発明では、前記絶縁層の下にストッパ層を設けているので、オーバーエッチングを行なっても、オーバーしたエッチング時間により削られる部分はストッパ層であり、前記ストッパ層の存在により、前記ストッパ層の下側に位置する下部コア層を前記エッチングから適切に保護することができる。そしてオーバーエッチングが終了すると、トラック幅規制溝の底面と下部コア層との間には、ストッパ層が残された状態になる。

【0029】

特に本発明では、前記ストッパ層を、絶縁層に比べて反応性イオンエッチングに対するエッチングレートの小さい絶縁材料で形成するので、絶縁層が完全に除去されてストッパ層がエッチングされる段階になっても、前記ストッパ層は、絶

縁層に比べて、前記エッチングにより削られにくい。

【0030】

ただし前記ストッパ層が、あまりにも薄い膜厚で形成され、前記オーバーエッチングにより、ストッパ層までもが全て除去された場合には、下部コア層が前記オーバーエッチングの影響を受けて好ましくないので、本発明では、前記オーバーエッチングは、トラック幅規制溝の下に前記ストッパ層が残される程度に行なうことが好ましいとしている。

【0031】

なお前記ストッパ層は、オーバーエッチングによっても残される程度に薄い膜厚で形成されることが好ましく、これによりエッチングの制御性を容易にすることができ、トラック幅規制溝の下に残された前記ストッパ層を確実に除去することができる。

【0032】

なお、絶縁層に対しオーバーエッチングを行なった場合に、トラック幅規制溝の下に確実にストッパ層を残すようにするには、前記ストッパ層及び絶縁層のエッチングレートや、オーバーエッチング量などを考慮する必要性がある。そこで本発明では、以下の計算式によりストッパ層の膜厚を導き出している。

【0033】

本発明では、ストッパ層の上に形成された絶縁層のうち前記反応性イオンエッチングによって除去する膜厚を $X1$ 、絶縁層のエッチングレート：ストッパ層のエッチングレートの比を $Y : 1$ とし、前記絶縁層の膜厚 $X1$ に対するオーバーエッチング量を $N\%$ としたとき、前記ストッパ層の膜厚 $X2$ を、 $X2 \geq (X1 \cdot N) / (Y \cdot 100)$ で形成することが好ましい（ただし、前記オーバーエッチング量とは、絶縁層と同じ材料を前記膜厚 $X1$ を越えてオーバーエッチングしたと仮定したときに前記材料が前記膜厚 $X1$ を越えて削られる量 $(X1 \cdot N / 100)$ から求められる）。

【0034】

上記の数式で計算された寸法値で、ストッパ層を形成することにより、オーバーエッチングを $N\%$ かけた場合でも、絶縁層に形成されたトラック幅規制溝の下

には、必ずストッパ層が残される。よって、N%のオーバーエッチングをかけた場合に、ストッパ層が完全に除去されて、下部コア層表面までもが、削られる危険性を回避することができる。

【0035】

また本発明では、前記ストッパ層に使用される絶縁材料のエッチングレートは、絶縁層に使用される絶縁材料のエッチングレートに比べて10倍以上小さいことが好ましい。絶縁層のエッチングレートと、ストッパ層のエッチングレートとにあまり差がないと、従来と同様に、エッチングの制御が難しくなり、トラック幅規制溝の底面と下部コア層表面との間に、絶縁層やストッパ層の一部が残されやすくなる。このために、ストッパ層のエッチングレートは、絶縁層のエッチングレートに比べて適度に小さい必要性がある。本発明では、ストッパ層のエッチングレートを、絶縁層のエッチングレートよりも10倍以上小さくすると、下部コア層にまで完全に通じるトラック幅規制溝の形成が、より適切にしかも容易に行なえることができるとしている。

【0036】

具体的には、前記絶縁層を、 SiO_2 で形成し、前記ストッパ層を、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成することが好ましい。

【0037】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図である。図2は図1に示す2-2線から切断した薄膜磁気ヘッドを矢印方向から見た部分断面図である。

【0038】

図1および図2に示す薄膜磁気ヘッドは書き込み用のいわゆるインダクティブヘッドであり、このインダクティブヘッドは、磁気抵抗効果を利用した読み出しヘッドの上に積層されている。

【0039】

なお上記読み出しヘッドは、例えばスピンバルブ膜に代表される巨大磁気抵抗効果を利用したGMR素子や、異方性磁気抵抗効果を利用したAMR素子で形成

される磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の上下にギャップ層を介して形成されたシールド層とを有して構成されている。

【0040】

図1と図2に示す符号10は、Fe-Ni系合金（パーマロイ）などの高透磁率の軟磁性材料で形成された下部コア層である。

【0041】

そして本発明では図1及び図2に示すように、前記下部コア層10上に、絶縁材料で形成されたストッパ層15を介して絶縁材料で形成された絶縁層11が形成されている。

【0042】

前記絶縁層11として使用される絶縁材料は、AlO、SiO₂、Ta₂O₅、TiO、AlN、AlSiN、TiN、SiN、NiO、WO、WO₃、BN、CrN、SiONのうち少なくとも1種から選択されることが好ましい。なお前記絶縁層11は、単層膜で形成されていてもよいし、多層膜で形成されていてもよい。

【0043】

また図1に示すように、前記絶縁層11の厚さ寸法は、膜厚H1で形成され、具体的には、前記厚さ寸法H1は約1.0μmから4.0μm程度であることが好ましい。

【0044】

さらに図1及び図2に示すように、前記絶縁層11には、少なくとも幅寸法がトラック幅Twで形成されたトラック幅規制溝11aが形成されている。前記トラック幅規制溝11aは、記録媒体との対向面（ABS面）から、ハイト方向（図示Y方向）に所定の長さ寸法L1を有して形成されている。

【0045】

そして図1及び図2に示す実施例では、前記トラック幅規制溝11a内に、最下層として、下部コア層10と連続する下部磁極層12がメッキ形成され、さらに前記下部磁極層12上に、非磁性金属材料で形成されたギャップ層13がメッキ形成され、さらに前記ギャップ層13の上には、後述する上部コア層16と連

続する上部磁極層 1 4 がメッキ形成されている。前記下部磁極層 1 2 及び上部磁極層 1 4 は、それぞれ、下部コア層 1 0 及び上部コア層 1 6 に磁氣的に接続された状態になっている。

【0046】

ただし、前記トラック幅規制溝 1 1 a 内に形成される積層構成は、上記構成以外であってもかまわない。すなわち本発明では、前記トラック幅規制溝 1 1 a 内に、下部コア層 1 0 と連続する下部磁極層 1 2 及び／または上部コア層 1 6 と連続する上部磁極層 1 4、ならびに前記一方のコア層 1 0、1 6 とこれに対向する前記一方の磁極層 1 2、1 4 との間または両磁極層 1 2、1 4 の間に位置するギャップ層 1 3 が設けられていればよい。

【0047】

前記絶縁層 1 1 に形成されたトラック幅規制溝 1 1 a の幅寸法は、トラック幅 T_w として規定されており、例えば図 1 のように、前記トラック幅規制溝 1 1 a 内に、ギャップ層 1 3 と、前記ギャップ層 1 3 を介して対向する磁極層 1 2、1 4 とが形成されていると、前記磁極層 1 2、1 4 間で発生する漏れ磁界は、トラック幅 T_w 内に納まり、記録特性を良好に維持することができる。

【0048】

特に本発明では、前記絶縁層 1 1 に形成されたトラック幅規制溝 1 1 a の幅寸法 (=トラック幅 T_w) を $1.0 \mu m$ 以下で形成でき、好ましくは $0.7 \mu m$ 以下で形成することができる。

【0049】

また図 1 に示す実施例では、前記絶縁層 1 1 には、トラック幅規制溝 1 1 a の両側端部の上端から、前記絶縁層 1 1 の表面 1 1 b にかけて、徐々に幅寸法がトラック幅 T_w から広がるように傾斜する傾斜面 1 1 c、1 1 c が形成されており、トラック幅規制溝 1 1 a 内に形成された上部磁極層 1 4 上から傾斜面 1 1 c 上にかけて上部コア層 1 6 がメッキ形成されている。前記傾斜面 1 1 c の形成により、上部コア層 1 6 と、例えばギャップ層 1 3 の下側に形成される下部磁極層 1 2 との距離を適性に離すことができ、ライトフリッジングの発生を適切に防止することができる。

【0050】

ところで本発明では、図1及び図2に示すように、トラック幅規制溝11aの部分を除いた絶縁層11と下部コア層10との間に、絶縁材料製のストッパ層15が設けられている。

【0051】

前記ストッパ層15として使用される絶縁材料は、上述した絶縁層11として使用される絶縁材料の中から選択されてもよいが、少なくとも前記ストッパ層15として使用される絶縁材料は、反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが、絶縁層11に使用される絶縁材料のエッチングレートよりも小さいことが条件とされる。

【0052】

特に本発明では、前記ストッパ層15の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、絶縁層11のエッチングレートに比べて10倍以上小さいことが好ましい。

【0053】

例えば、前記絶縁層11は、 SiO_2 で形成され、前記ストッパ層15は、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成されていることが好ましい。

【0054】

前記絶縁層11を SiO_2 で形成し、ストッパ層15を Al_2O_3 で形成し、反応性イオンエッチングの際のガスとして $\text{C}_3\text{F}_8 + (\text{Ar})$ を使用した場合、反応性イオンエッチングに対する前記ストッパ層15のエッチングレートを、絶縁層11のエッチングレートに比べて15倍程度小さくすることができる。

【0055】

また前記絶縁層11を SiO_2 で形成し、ストッパ層15を Si_3N_4 で形成し、反応性イオンエッチングの際のガスとして $\text{C}_5\text{F}_8 + (\text{Ar})$ を使用した場合、反応性イオンエッチングに対する前記ストッパ層15のエッチングレートを、絶縁層11のエッチングレートに比べて15倍程度小さくすることができる。

【0056】

さらに本発明では、前記ストッパ層15の膜厚H2は、絶縁層11の膜厚H1

よりも薄く形成されていることが好ましい。前記ストッパ層 15 が、あまりに厚い膜厚で形成されると、後述する製造方法によって、絶縁層 11 にトラック幅規制溝 11a を形成する際に、前記トラック幅規制溝 11a 内に前記ストッパ層 15 が残りやすく、確実に下部コア層 10 にまで通じるトラック幅規制溝 11a を形成できないからである。

【0057】

なお本発明では、図 2 に示すように、絶縁層 11 のトラック幅規制溝 11a 内に形成されたギャップ層 13 上に、ABS 面からハイト方向（図示 Y 方向）に一定の間隔（Gd）が空けられ、この間隔の後方のギャップ層 13 上からハイト側に位置するストッパ層 15 上にかけて Gd 決め絶縁層 17 が形成されている。なお前記 Gd 決め絶縁層 17 は、例えばポリイミドやレジスト材料などの有機樹脂材料で形成されている。

【0058】

この Gd 決め絶縁層 17 は、ギャップデプス Gd を決定するために設けられたものであり、ギャップデプス Gd は、薄膜磁気ヘッドの電気特性に大きな影響を与えることから、適正な長さ寸法で形成される必要性がある。

【0059】

このように本発明では、前記ギャップデプス Gd を、所定の長さ寸法に設定するために、ギャップ層 13 の上に Gd 決め絶縁層 17 を形成しているが、本発明では他の形態として、絶縁層 11 に形成されたトラック幅規制溝 11a の長さ寸法 L1 を、ギャップデプス Gd として設定した場合、前記トラック幅規制溝 11a の長さ寸法 L1 がギャップデプス Gd となり、この場合には、前記 Gd 決め絶縁層 17 を形成する必要がない。

【0060】

また図 2 に示すように、前記絶縁層 11 の上には、コイル層 18 が螺旋状にパターン形成されている。図 2 に示す実施例では、前記コイル層 18 が絶縁層 11 の上に直接形成されているが、前記コイル層 18 と絶縁層 11 との間に、前述した Gd 決め絶縁層 17 が形成されていてもよい。

【0061】

さらに前記コイル層 18 の上には、前記コイル層 18 を覆うようにしてコイル絶縁層 19 が形成されており、なお、このコイル絶縁層 19 はレジスト材料やポリイミドなどの有機樹脂材料で形成されている。

【0062】

また図 2 に示すように、上述した上部コア層 16 は、ABS 面からハイト方向に延びて形成され、上部コア層 16 の基端部 16a は、下部コア層 10 上に磁氣的に接続されて形成されている。

【0063】

図 1 に示す薄膜磁気ヘッドでは、コイル層 18 に記録電流が与えられると、下部コア層 10 及び上部コア層 16 に記録磁界が誘導され、ギャップ層 13 を介して対向する下部磁極層 12 及び上部磁極層 14 間に漏れ磁界が発生し、この漏れ磁界により、ハードディスクなどの記録媒体に磁気信号が記録される。

【0064】

図 3 は、他の実施形態の薄膜磁気ヘッドの構造を示す部分正面図である。

この実施例では、下部コア層 10 上に、絶縁材料製のストッパ層 20 を介して、主絶縁層 21 及び副絶縁層 22 が連続して形成されている。

【0065】

なお本発明では、主絶縁層 21 の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、ストッパ層 20 及び副絶縁層 22 のエッチングレートに比べて大きくなっており、例えば前記主絶縁層 21 は SiO_2 で形成され、ストッパ層 20 及び副絶縁層 22 は、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成されていることが好ましい。

【0066】

また前記ストッパ層 20 の膜厚 H_4 は、主絶縁層 21 の膜厚 H_3 に比べて薄いことが好ましい。

【0067】

図 3 に示すように、前記主絶縁層 21 には、少なくともトラック幅規制溝 21a が形成されており、前記溝 21a 内に、下から下部コア層 10 と磁氣的に接続する下部磁極層 12、ギャップ層 13 及び上部コア層 16 と磁氣的に接続する上

部磁極層 14 が、メッキ形成されている。

【0068】

図 3 に示すように、前記副絶縁層 22 には、主絶縁層 21 に形成されたトラック幅規制溝 21a の両側端部の上端から、副絶縁層 22 の表面 22b にかけて間隔が広がる傾斜面 22a、22a が形成されており、前記上部磁極層 14 上から前記傾斜面 22a 上にかけて上部コア層 16 がメッキ形成されている。

【0069】

前述した主絶縁層 21 に形成されたトラック幅規制溝 21a の幅寸法は、トラック幅 Tw として規定されており、本発明によれば前記トラック幅 Tw を、レジストの露光現像の限界値よりも小さい値で形成することが可能である。具体的には、前記トラック幅 Tw を、 $0.7\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以下で形成することが可能である。

【0070】

また、副絶縁層 22 に形成された傾斜面 22a 上には、上部コア層 16 が形成されており、前記傾斜面 22a の形成により、前記上部コア層 16 と、ギャップ層 13 の下側に形成された下部磁極層 12 との距離を適性に離すことができ、ライトフリッジングの発生を抑制することができる。

【0071】

この実施例においても、トラック幅規制溝 21a の部分を除いた主絶縁層 21 と、下部コア層 10 との間に、ストッパ層 20 が介在しており、このストッパ層 20 の形成により、前記トラック幅規制溝 21a を形成する際に使用される反応性イオンエッチングの制御を容易にすることができる。

【0072】

図 1 及び図 3 に示す各薄膜磁気ヘッドの構造では、絶縁層（主絶縁層）に形成されたトラック幅規制溝は、確実に下部コア層 10 上にまで通じて形成されており、従来のように、前記トラック幅規制溝内に、絶縁層の一部が残されることはない。

【0073】

よって本発明における薄膜磁気ヘッドの構造であれば、前記溝内に、メッキ成

長を妨げることなく、適切に下部磁極層 1 2 あるいはギャップ層 1 3 をメッキ形成することが可能であり、記録特性を良好に保つことができる。

【0 0 7 4】

次に図 1 に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法について以下に説明する。図 4 ないし図 8 は、本発明における薄膜磁気ヘッドの各製造工程を示している。

【0 0 7 5】

図 4 では、まず下部コア層 1 0 上に、絶縁材料製のストッパ層 1 5 を形成し、さらに前記ストッパ層 1 5 に使用された絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも大きいエッチングレートを有する絶縁材料を絶縁層 1 1 として、前記ストッパ層 1 5 上に形成する。換言すれば、反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、ストッパ層 1 5 の方が絶縁層 1 1 よりも小さくなるように、ストッパ層 1 5 及び絶縁層 1 1 として使用される絶縁材料を選択しなければならない。

【0 0 7 6】

本発明では、前記ストッパ層 1 5 に使用される絶縁材料のエッチングレートは、絶縁層 1 1 に使用される絶縁材料のエッチングレートに比べて 1 0 倍以上小さいことが好ましい。この条件を満たすには、例えば前記絶縁層 1 1 を、 SiO_2 で形成し、前記ストッパ層 1 5 を、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成することが好ましい。これにより、ストッパ層 1 5 のエッチングレートを、絶縁層 1 1 のエッチングレートに比べて約 1 5 倍程度小さくすることができる。

【0 0 7 7】

そして、図 4 に示すように、絶縁層 1 1 上に、レジスト層 3 0 をスピンコートで塗布し、前記レジスト層 3 0 に、所定の間隔 3 0 a を露光現像によってパターン形成する。

【0 0 7 8】

前記間隔 3 0 a の幅寸法は T 2 であり、この幅寸法 T 2 は、ほぼトラック幅 T w で形成される。

【0 0 7 9】

そして図 5 に示すように、反応性イオンエッチング法（RIE 法）により、前

記レジスト層 3 0 に開けられた間隔 3 0 a 内から露出する絶縁層 1 1 を削り、前記絶縁層 1 1 にトラック幅規制溝 1 1 a を形成する。

【0 0 8 0】

ところで本発明では、この反応性イオンエッチング工程の際に、前記間隔 3 0 a 内から露出する前記絶縁層 1 1 の膜厚 X 1 に対しオーバーエッチングを行なうことが好ましい。

【0 0 8 1】

ここで本発明では、オーバーエッチング量を N % とする。なお、前記オーバーエッチング量とは、絶縁層 1 1 と同じ材料を前記膜厚 X 1 を越えてオーバーエッチングしたと仮定したときに前記材料が前記膜厚 X 1 を越えて削られる量 (X 1 · N / 1 0 0) から求められる。

【0 0 8 2】

そして上記のように N % のオーバーエッチングを行なうには、エッチングレート等を考慮しながら、エッチング時間を適正に設定する必要がある。

【0 0 8 3】

例えば、絶縁層 1 1 の膜厚 X 1 を $2 \mu\text{m}$ (2 0 0 0 0 Å) で形成し、前記膜厚 X 1 に対して 1 0 % (つまり 2 0 0 0 Å) のオーバーエッチングを行なうとすると、前記絶縁層 1 1 に使用される絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが 1 0 0 0 Å / 分である場合には、エッチング時間を、[絶縁層 1 1 の膜厚 X 1 (2 0 0 0 0 Å) + オーバーエッチング量 (2 0 0 0 Å)] / [絶縁層 1 1 のエッチングレート (1 0 0 0 (Å / 分))] で計算して、2 2 分とする。理論的には 2 0 分で、 $2 \mu\text{m}$ の膜厚 X 1 の絶縁層 1 1 を、その表面から底面まで完全にエッチングにより削ることができるので、2 分間だけオーバーしてエッチングが行なわれることになる。

【0 0 8 4】

しかしながら上記の例で言うと、エッチング時間を 2 0 分としても、絶縁層 1 1 を、その表面から底面にまで完全にエッチングにより削ることはできず、前記エッチングにより形成されたトラック幅規制溝 1 1 a 内には、依然として絶縁層 1 1 の一部が残された状態になる。これは、絶縁層 1 1 は厚い膜厚 X 1 で形成さ

れているので、エッチングの制御が非常に難しく、レジスト層 30 の間隔 30 a 内から露出する絶縁層 11 をエッチングしていくと、削られやすい部分と削られにくい部分が生じ、したがって理論的に、完全に絶縁層 11 を除去できるとして導き出されたエッチング時間では、前記エッチングにより形成されたトラック幅規制溝 11 a 内に、一部の絶縁層 11 が残されてしまう。

【0085】

そこで本発明では、前述したようにオーバーエッチングを行なう。つまり上記の例で言えば、20 分のエッチング時間を 22 分に延ばし、絶縁層 11 の膜厚 X1 に対して 10 % のオーバーエッチングを行なう。

【0086】

このオーバーエッチングにより、トラック幅規制溝 11 a が形成されるべき部分の絶縁層 11 は完全に除去され、前記トラック幅規制溝 11 a に、前記絶縁層 11 が残されることはない。

【0087】

前記オーバーエッチングを行なって、完全に絶縁層 11 を除去してもなおエッチング時間が残されている場合には、前記絶縁層 11 の下の層が前記エッチングの影響を受けることになる。

【0088】

本発明では、前記絶縁層 11 の下には絶縁材料製のストッパ層 15 が設けられているので、オーバーエッチングによって絶縁層 11 を完全に除去しても、次に削られる部分は、絶縁層 11 の下側に存在するストッパ層 15 である。そして本発明では、前述したようにストッパ層 15 の反応性イオンエッチングは、絶縁層 11 のエッチングレートに比べて小さく設定されているために、オーバーエッチングによってストッパ層 15 が除去される量は少なく、図 5 に示すように、オーバーエッチングが終了した時点で、絶縁層 11 に形成されたトラック幅規制溝 11 a の底面と下部コア層 10 との間には、ストッパ層 15 が残された状態にされる。

【0089】

前記ストッパ層 15 は、絶縁層 11 に対してオーバーエッチングを行ない、ト

トラック幅規制溝 11a となる部分の絶縁層 11 を完全に除去しても、下部コア層 10 にまでエッチングが及ばないようにするために設けられたものであり、そのために、オーバーエッチングを行なってもなお、下部コア層 10 とトラック幅規制溝 11a の底面との間にストッパ層 15 が残るように、予め前記ストッパ層 15 の膜厚 X2 を適正に調整する必要がある。

【0090】

具体的には本発明では、ストッパ層の上に形成された絶縁層のうち前記反応性イオンエッチングによって除去する膜厚を X1、絶縁層のエッチングレート：ストッパ層のエッチングレートの比を Y：1 とし、前記絶縁層の膜厚 X1 に対するオーバーエッチング量を N% としたとき、前記ストッパ層の膜厚 X2 を、 $X2 \geq (X1 \cdot N) / (Y \cdot 100)$ で形成することが好ましい。これにより、オーバーエッチングを行なっても、前記絶縁層 11 に形成されたトラック幅規制溝 11a の底面と、下部コア層 10 の表面との間には、ストッパ層 15 が残された状態にされる。

【0091】

例えば、絶縁層 11 の膜厚 X1 を $2 \mu\text{m}$ (20000 \AA) で形成し、(絶縁層 11 のエッチングレート：ストッパ層 15 のエッチングレート = Y：1) を 10：1 とし、オーバーエッチング量 N を 10% とした場合、前記ストッパ層 15 の膜厚 H2 を、 $(20000 \times 10) / (10 \times 100) = 200 \text{ \AA}$ 以上の膜厚で形成すればよいことになる。

【0092】

ところで、オーバーエッチング量とエッチングレート比にもよるが、上記の数式で計算されたストッパ層 15 の膜厚 X2 の最低値は、絶縁層 11 の膜厚 X1 に比べて十分に薄く形成されることがわかる。前記ストッパ層 15 は、前記最低値よりも若干厚い膜厚で形成されれば、オーバーエッチングを行なった場合でも確実に、トラック幅規制溝 11a の底面と下部コア層 10 との間に、ストッパ層 15 を残すことができる。逆に前記ストッパ層 15 があまりに厚い膜厚で形成されると以下の問題が発生する。

【0093】

下部コア層 1 0 と、絶縁層 1 1 に形成されたトラック幅規制溝 1 1 a の底面との間に介在するストッパ層 1 5 は、後の工程で説明するように、最終的には、反応性イオンエッチングにより除去される。しかしながら、前記ストッパ層 1 5 の膜厚を、上記の計算式で導き出した膜厚よりもかなり厚く形成すると、絶縁層 1 1 へのオーバーエッチングが終了した時点では、依然として、前記ストッパ層 1 5 は、厚い膜厚を有したまま残されてしまう。

【0094】

そうすると、前記ストッパ層 1 5 を除去する際の反応性イオンエッチングの制御が難しくなり、従来と同様に、適性に前記ストッパ層 1 5 を除去できず、前記トラック幅規制溝 1 1 a の下部コア層 1 0 上に、ストッパ層 1 5 の一部が残される可能性が高くなる。よって本発明では、絶縁層 1 1 にオーバーエッチングをかけた場合に、前記ストッパ層 1 5 は、少なくとも下部コア層 1 0 上に残される程度の膜厚を有していればよい。

【0095】

以上のように図 5 に示す工程では、絶縁層 1 1 の膜厚に対して N % のオーバーエッチングを行ない、レジスト層 3 0 に開けられた間隔 3 0 a 内から露出する絶縁層 1 1 を、その表面から底面まで確実にエッチングして除去し、前記エッチングにより形成されたトラック幅規制溝 1 1 a の下面にストッパ層 1 5 の表面を露出させている。

【0096】

次に、絶縁層 1 1 に形成されたトラック幅規制溝 1 1 a の両側面に付着した不純物を、例えば温水で洗浄して除去し、そして図 6 に示すように、前記レジスト層 3 0 に対してポストバーク処理を行ない、前記レジスト層 3 0 の両側端面に、下部コア層 1 0 から離れるに従い徐々に間隔が広がる傾斜面 3 0 b, 3 0 b を形成する。

【0097】

次に図 7 に示す工程では、反応性イオンエッチングにより、絶縁層 1 1 に形成されたトラック幅規制溝 1 1 a の底面に露出したストッパ層 1 5 (A の部分) を除去する。前記ストッパ層 1 5 の除去は、前記ストッパ層 1 5 の膜厚及び前記ス

トップ層 15 のエッチングレート等を考慮しながら、エッチング時間を適正に制御することによって行なわれる。

【0098】

前述したように、ストップ層 15 は、絶縁層 11 に対して N% のオーバーエッチングを行なった場合に、前記ストップ層 15 が下部コア層 10 上に残る程度の薄い膜厚で形成されており、しかも前記ストップ層 15 に使用される絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、絶縁層 11 に使用される絶縁材料のエッチングレートに比べて小さくなっている。

【0099】

このため本発明では、エッチングの制御を行ない易く、エッチングレートの小さいストップ層 15 を、反応性イオンエッチングによって徐々に削りながら、薄い膜厚の前記ストップ層 15 を、完全にしかも容易に除去することができる。

【0100】

また図 7 に示す工程では、反応性イオンエッチングによって、絶縁層 11 の一部（B の部分）も削られる。図 6 に示す工程で、絶縁層 11 上に形成されたレジスト層 30 の両側端面は、ポストバーク処理によって、傾斜面 30b に形成させられるために、レジスト層 30 及びその下に形成された絶縁層 11 は、斜めに削られていき、前記絶縁層 11 には、レジスト層 30 の傾斜面 30b、30b と連続する傾斜面 11c、11c が形成される。

【0101】

本発明では、絶縁層 11 の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、ストップ層 15 のエッチングレートに比べて大きいために、図 7 に示す工程での反応性イオンエッチングでは、ストップ層 15 が、薄い膜厚の部分（A の部分）しか削り取られないのに対し、絶縁層 11 は、それよりも多く削り取られ、前記絶縁層 11 には、ライトフリンジングの発生を効果的に抑制できる程度の大きさの傾斜面 11c、11c を形成することができる。

【0102】

このように図 7 に示す工程では、トラック幅規制溝内 11a 内の下部コア層 10 上に残されたストップ層 15 を、反応性イオンエッチングにより確実に削り取

り、同時に絶縁層 11 に、トラック幅規制溝 11 a の途中から前記絶縁層 11 の表面 11 b, 11 b にかけて徐々に間隔が広がる傾斜面 11 c, 11 c を形成している。

【0103】

図 8 に示す工程では、絶縁層 11 上に残されたレジスト層 30 を除去している。また前記トラック幅規制溝 11 a の両側端面に付着した不純物等を、酸処理などによって適正に除去している。

【0104】

以上詳述した本発明における薄膜磁気ヘッドの製造方法では、下部コア層 10 と絶縁層 11 との間に、前記絶縁層 11 の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さいエッチングレートを有する絶縁材料で形成されたストッパ層 15 を設けている。

【0105】

なお前記ストッパ層 15 は、絶縁層 11 に対して N% のオーバーエッチングを行なった場合に、前記ストッパ層 15 が下部コア層 10 上に残る程度の薄い膜厚で形成されていることが好ましい。

【0106】

そして本発明では、反応性イオンエッチングによって、絶縁層 11 にトラック幅規制溝 11 a を形成するが、この際、オーバーエッチングをかけることにより、前記トラック幅規制溝 11 a 内の絶縁層 11 を確実に除去でき、前記トラック幅規制溝 11 a の底面に、ストッパ層 15 の表面を露出させる。なおオーバーエッチングを行なっても、前記ストッパ層 15 の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは小さいために、トラック幅規制溝 11 a の下に存在するストッパ層 15 は全て除去されず、前記トラック幅規制溝 11 a の底面と下部コア層 10 との間には、ストッパ層 15 が残された状態にされる。

【0107】

そして前記ストッパ層 15 を、反応性イオンエッチングにより除去する。前記ストッパ層 15 は、エッチングレートの小さい絶縁材料で形成され、さらにオーバーエッチングをかけた場合に、下部コア層 10 上に残る程度の薄い膜厚で形成

されていると、エッチングの制御を容易にすることができ、トラック幅規制溝 11a 下に存在するストッパ層 15 を、完全にしかも容易に除去することができる。

【0108】

このようにして形成されたトラック幅規制溝 11a は、下部コア層 10 の表面にまで確実に通じて形成され、前記トラック幅規制溝 11a 内に、絶縁層 11 やストッパ層 15 が残されることはない。

【0109】

そして本発明では、前記トラック幅規制溝 11a 内に、図 1 に示す下部コア層 10 と磁氣的に接続する下部磁極層 12 を、メッキ形成する。

【0110】

前述のように、前記トラック幅規制溝 11a 内には、絶縁層 11 やストッパ層 15 が残されておらず完全に除去されているので、適性に下部コア層 10 上に下部磁極層 12 をメッキ成長させることができ、下部コア層 10 と下部磁極層 12 との磁氣的な接続を、確実にこなうことができる。

【0111】

そして下部磁極層 12 上に、ギャップ層 13、上部磁極層 14 を連続してメッキ形成し、さらに前記上部磁極層 14 上から絶縁層 11 に形成された傾斜面 11c、11c にかけて上部コア層 16 をメッキ形成すると薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0112】

なお本発明では、溝 11a 内の下部コア層 10 上に、ギャップ層 13 を直接メッキ形成してもよいし、また前記ギャップ層 13 の上に、直接上部コア層 16 をメッキ形成してもよい。

【0113】

なお上記の製造方法では、図 7 に示す工程で、トラック幅規制溝 11a 内に露出するストッパ層 15 の除去と、絶縁層 11 への傾斜面 11c、11c の形成を同じ反応性イオンエッチングにより行なっているが、別々の工程で行なってもかまわない。

【0114】

また、絶縁層 11 とストッパ層 15 の膜厚と、各層のエッチングレートなどを総合的に考慮して、前記絶縁層 11 とストッパ層 15 を、同じ反応性イオンエッチングの工程により、一度に除去できるようにしてもよい。

【0115】

図 9 ないし図 12 に示す工程図は、図 3 に示す薄膜磁気ヘッドの製造方法を示している。

図 9 では、まず下部コア層 10 上に、絶縁材料製のストッパ層 20 を形成し、前記ストッパ層 20 上に、主絶縁層 21 を形成し、さらに前記主絶縁層 21 上に副絶縁層 22 を形成する。

【0116】

ここで本発明では、主絶縁層 21 に使用された絶縁材料の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さい絶縁材料を、ストッパ層 20 及び副絶縁層 22 として選択する。

【0117】

特に本発明では、前記ストッパ層 15 及び副絶縁層 22 に使用される絶縁材料のエッチングレートは、主絶縁層 21 に使用される絶縁材料のエッチングレートに比べて 10 倍以上小さいことが好ましい。この条件を満たすには、例えば前記主絶縁層 21 を、 SiO_2 で形成し、前記ストッパ層 15 及び副絶縁層 22 を、 Al_2O_3 及び／または Si_3N_4 で形成することが好ましい。

【0118】

次に図 9 に示すように、前記副絶縁層 22 の上に、レジスト層 31 を形成する。

このレジスト層 31 には、露光現像により、所定の間隔 31a がパターン形成により開けられている。また前記間隔 31a が露光現像された後、ポストバーク処理により、前記間隔 31a の両側端面に、下部コア層 10 から離れるに従って徐々に間隔が広がる傾斜面 31b、31b を形成する。

【0119】

次に図 10 に示す工程では、前記レジスト層 31 に開けられた間隔 31a から

露出する副絶縁層 2 2 を、イオンミリングにより斜めに削って前記副絶縁層 2 2 に溝 2 2 c を形成し、前記溝 2 2 c の両側端部に、前記レジスト層 3 1 の傾斜面 3 1 b, 3 1 b と連続する傾斜面 2 2 a, 2 2 a を形成する。

【0 1 2 0】

またこのイオンミリングによって、前記副絶縁層 2 2 の溝 2 2 c は、主絶縁層 2 1 にまで通じて形成されるため、前記溝 2 2 c からは主絶縁層 2 1 が露出し、露出した前記主絶縁層 2 1 もまた、前記イオンミリングによって若干削り取られる（図 1 0 に示す C の部分）。

【0 1 2 1】

次に、図 1 0 に示すレジスト層 3 1 を除去する。さらに反応性イオンエッチング法（R I E 法）により、副絶縁層 2 2 に形成された溝 2 2 c から露出する主絶縁層 2 1 を削り、前記主絶縁層 2 1 にトラック幅規制溝 2 1 a を形成する（図 1 1 参照）。

【0 1 2 2】

ここで前述したように、副絶縁層 2 2 の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートは、主絶縁層 2 1 のエッチングレートよりも小さくなっている。

【0 1 2 3】

このため、図 1 0 に示すレジスト層 3 1 を除去しても、前記副絶縁層 2 2 がマスクとしての役割を果たし、前記反応性イオンエッチングにより、主絶縁層 2 1 が主に削られていき、前記主絶縁層 2 1 に所定形状のトラック幅規制溝 2 1 a を形成することができる。特に本発明では図 9 に示すレジスト層 3 1 に開けられた間隔 3 1 a の幅寸法 T 1 が、露光現像の際の解像度のほぼ限界値で形成されていると、副絶縁層 2 2 には、下部コア層 1 0 に向かうにしたがって前記幅寸法 T 1 よりも徐々に間隔が狭まるように傾斜する傾斜面 2 2 a, 2 2 a が形成されるので、前記副絶縁層 2 2 に形成された溝 2 2 c から露出する主絶縁層 2 1 の幅寸法は、前記幅寸法 T 1 よりも小さい寸法、すなわちレジストの露光現像の際の解像度以下の幅寸法で形成される。

【0 1 2 4】

したがって本発明では、前記主絶縁層 2 1 に、レジストの露光現像の際の解像

度以下の幅寸法で、トラック幅規制溝 21a を形成することができ、今後のさらなる狭トラック化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0125】

また本発明では、主絶縁層 21 にトラック幅規制溝 21a を形成するために使用される反応性イオンエッチングの際に、オーバーエッチングを行なうことが好ましい。これにより主絶縁層 21 を完全に突き抜けるトラック幅規制溝 21a を形成して前記溝 21a 内に主絶縁層 21 が残されないようにでき、図 11 に示すように前記トラック幅規制溝 21a の下にストッパ層 20 を露出させることができる。

【0126】

ここでストッパ層 20 の上に形成された主絶縁層 21 のうち前記反応性イオンエッチングによって除去する膜厚を X_1 、主絶縁層 21 のエッチングレート：ストッパ層 20 のエッチングレートの比を $Y:1$ とし、前記主絶縁層 21 の膜厚 X_1 に対するオーバーエッチング量を $N\%$ としたとき、前記ストッパ層の膜厚 X_2 を、 $X_2 \geq (X_1 \cdot N) / (Y \cdot 100)$ で形成することが好ましい（ただし、前記オーバーエッチング量とは、主絶縁層 21 と同じ材料を前記膜厚 X_1 を越えてオーバーエッチングしたと仮定したときに前記材料が前記膜厚 X_1 を越えて削られる量 $(X_1 \cdot N / 100)$ から求められる）。これにより、オーバーエッチングを行なっても、前記主絶縁層 21 に形成されたトラック幅規制溝 21a の底面と、下部コア層 10 の表面との間には、ストッパ層 20 が残された状態にされる。

【0127】

そして本発明では、反応性イオンエッチングにより、トラック幅規制溝 21a 内の下部コア層 10 上に残されたストッパ層 20 を除去する。

【0128】

前述したように、前記ストッパ層 20 は、反応性イオンエッチングに対するエッチングレートが小さい絶縁材料により形成され、さらに、主絶縁層 21 に対してオーバーエッチングを行なった場合に、下部コア層 10 上に残る程度の薄い膜厚で形成されていると、エッチングの制御を容易にすることができ、トラック幅

規制溝 2 1 a 下に存在するストッパ層 2 0 を、完全にしかも容易に除去することができる。

【0 1 2 9】

このようにして形成されたトラック幅規制溝 2 1 a は、下部コア層 1 0 の表面にまで完全に通じ、前記トラック幅規制溝 2 1 a 内には、主絶縁層 2 1 やストッパ層 2 0 の一部が残されることはない。

【0 1 3 0】

そして本発明では、前記トラック幅規制溝 2 1 a 内に、図 3 に示す下部コア層 1 0 と磁氣的に接続する下部磁極層 1 2 を、メッキ形成する。

【0 1 3 1】

前述のように、前記トラック幅規制溝 2 1 a 内には、主絶縁層 2 1 やストッパ層 2 0 が残されておらず完全に除去されているので、適性に下部コア層 1 0 上に下部磁極層 1 2 をメッキ成長させることができ、下部コア層 1 0 と下部磁極層 1 2 との磁氣的な接続を、確実に行なうことができる。

【0 1 3 2】

そして下部磁極層 1 2 上に、ギャップ層 1 3、上部磁極層 1 4 を連続してメッキ形成し、さらに前記上部磁極層 1 4 上から副絶縁層 2 2 に形成された傾斜面 2 2 a、2 2 a にかけて上部コア層 1 6 をメッキ形成すると薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0 1 3 3】

なお本発明では、溝 2 1 a 内の下部コア層 1 0 上に、ギャップ層 1 3 を直接メッキ形成してもよいし、また前記ギャップ層 1 3 の上に、直接上部コア層 1 6 をメッキ形成してもよい。

【0 1 3 4】

【発明の効果】

以上詳述した本発明によれば、下部コア層上と絶縁層との間に、前記絶縁層の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さいエッチングレートを有するストッパ層を設けることにより、前記絶縁層の表面から底面にまで確実に通じるトラック幅規制溝を形成することができる。なお前記溝の形成の際に

オーバーエッチングを行なうことが好ましい。

【0 1 3 5】

また前記ストッパ層は、エッチングレートの小さい絶縁材料で形成され、さらに、前記ストッパ層を、前記絶縁層に対しオーバーエッチングを行なったときに、下部コア層上に残される程度の薄い膜厚で形成することにより、絶縁層のトラック幅規制溝の下に残されたストッパ層を除去する際に、エッチングの制御性を容易ならしめることができ、確実に前記ストッパ層を除去することができる。

【0 1 3 6】

このように、下部コア層の表面にまで確実に通じ、絶縁層やストッパ層が残存しないトラック幅規制溝を形成することにより、前記溝内に磁極層等を、適切にメッキ成長させて形成でき、記録特性の良好な薄膜磁気ヘッドを製造することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の薄膜磁気ヘッド（インダクティブヘッド）の A B S 面構造を示す部分正面図、

【図 2】

図 1 に示す 2 - 2 線から切断した薄膜磁気ヘッドを、矢印方向から見た部分断面図、

【図 3】

本発明の他の薄膜磁気ヘッドの A B S 面構造を示す部分正面図、

【図 4】

図 1 に示す本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 5】

図 4 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 6】

図 5 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 7】

図 6 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 8】

図 7 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 9】

図 3 に示す本発明の他の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 1 0】

図 9 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 1】

図 1 0 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 2】

図 1 1 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【図 1 3】

従来の薄膜磁気ヘッド（インダクティブヘッド）の A B S 面構造を示す部分正面図、

【図 1 4】

従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す一工程図、

【図 1 5】

図 1 4 に示す製造工程の次に行なわれる一工程図、

【符号の説明】

- 1 0 下部コア層
- 1 1 絶縁層
- 1 1 a、2 1 a トラック幅規制溝
- 1 2 下部磁極層
- 1 3 ギャップ層
- 1 4 上部磁極層
- 1 5、2 0 ストップパ層
- 1 6 上部コア層
- 1 7 G d 決め絶縁層
- 1 8 コイル層
- 1 9 コイル絶縁層

2 1 主絶縁層

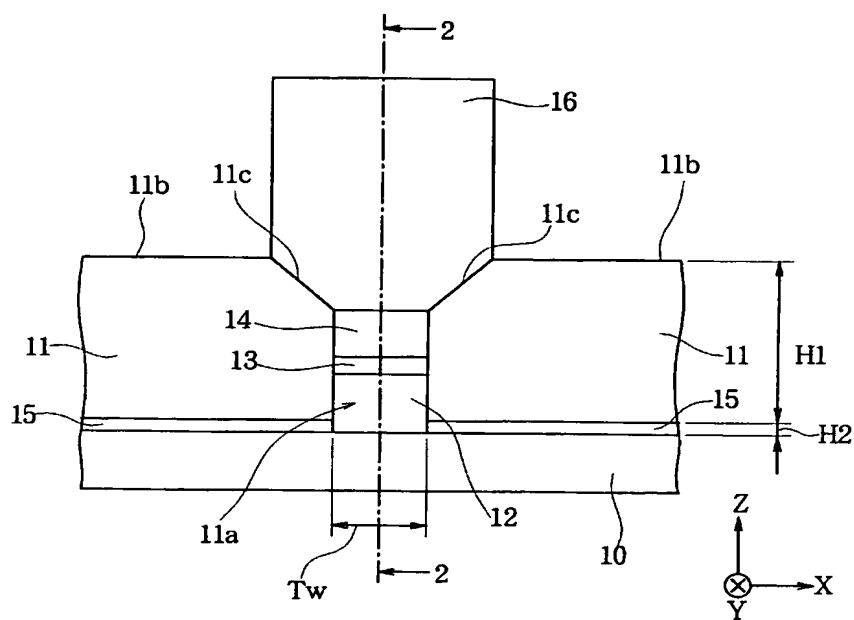
2 2 副絶縁層

3 0、3 1 レジスト層

【書類名】 図面

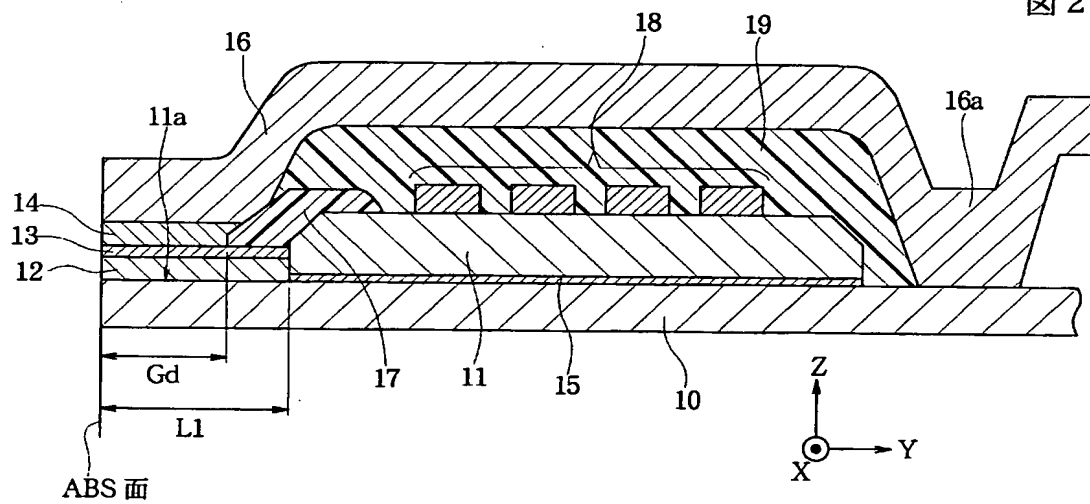
【図 1】

図 1

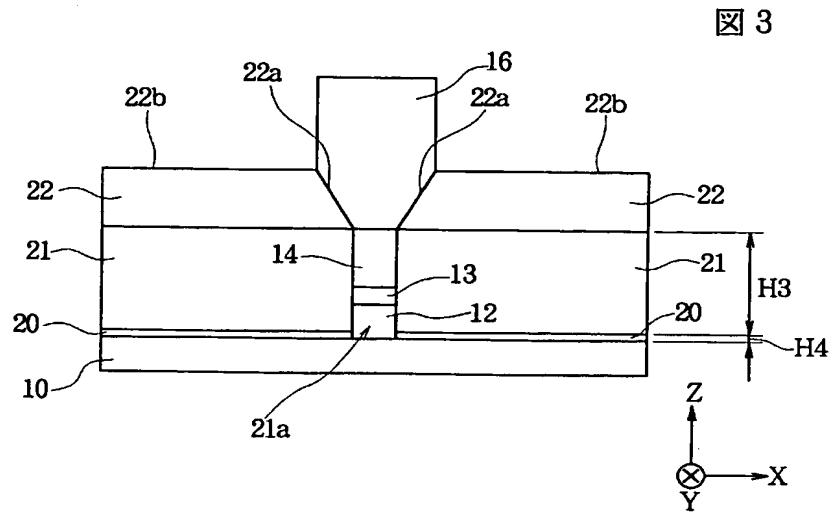


【図 2】

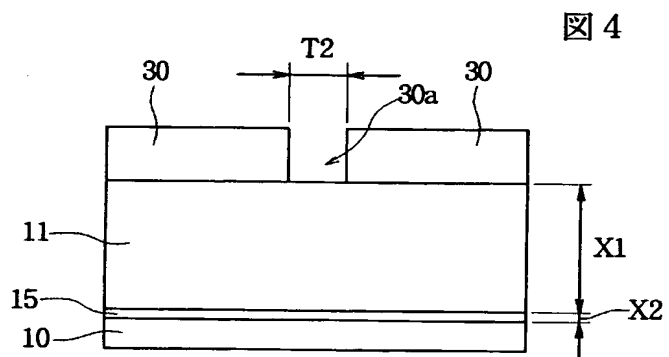
図 2



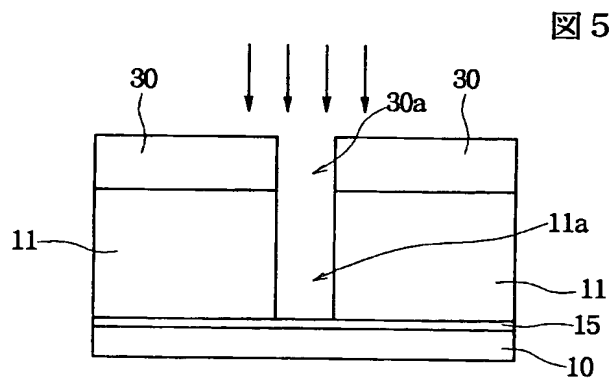
【図 3】



【図 4】

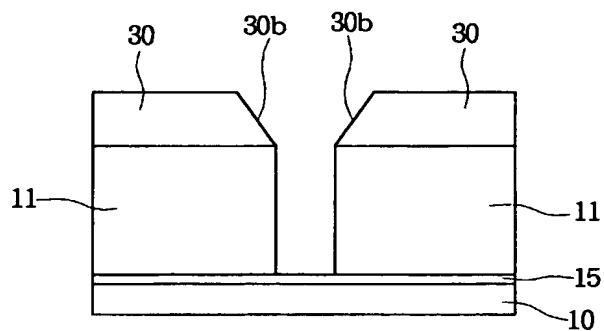


【図 5】



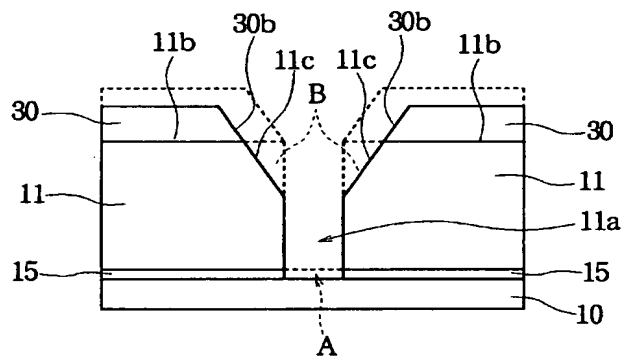
【図 6】

図 6



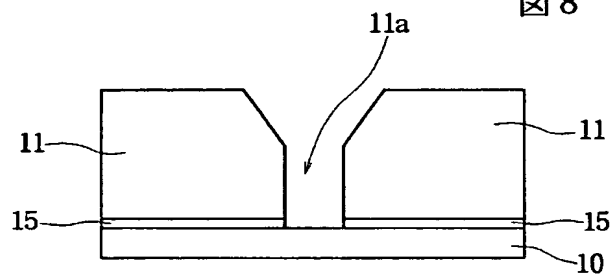
【図 7】

図 7



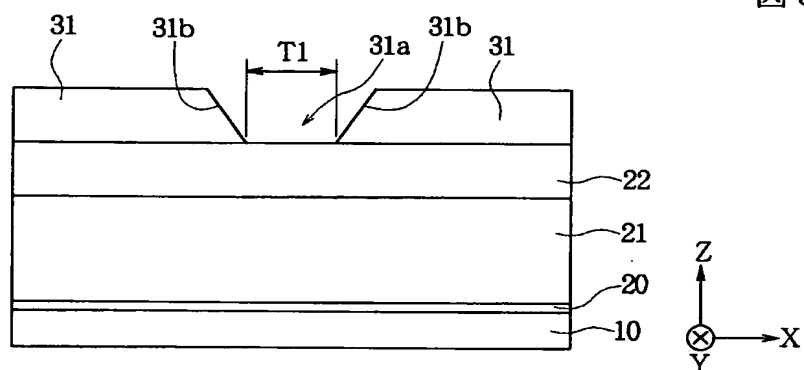
【図 8】

図 8



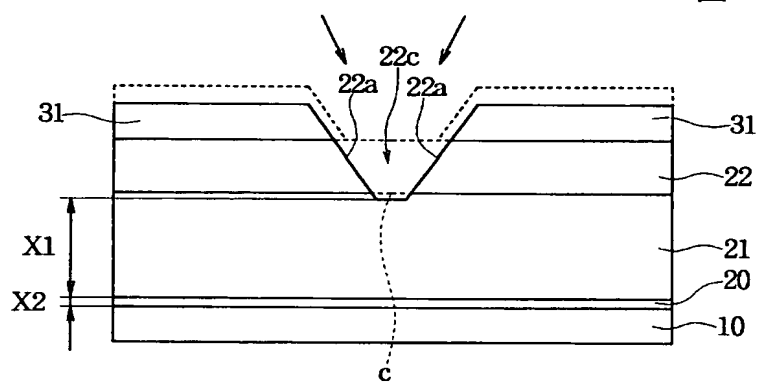
【図 9】

図 9



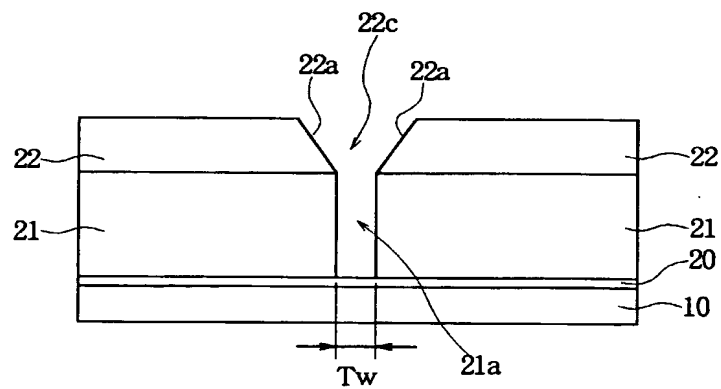
【図 10】

図 10



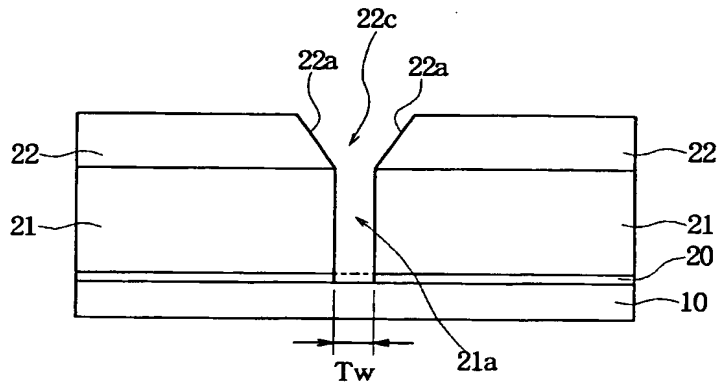
【図 11】

図 11



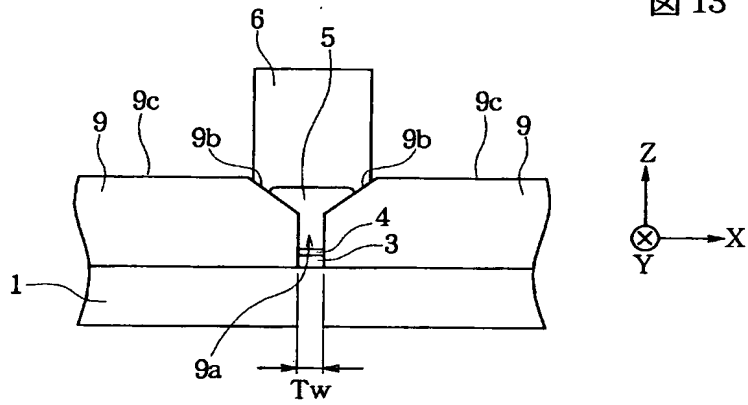
【図 12】

図 12



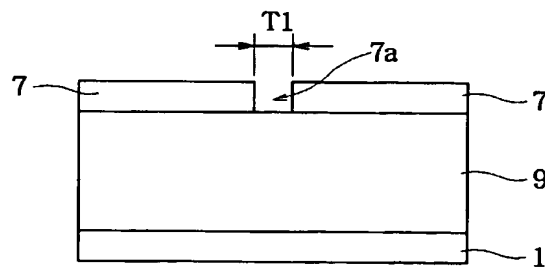
【図 13】

図 13

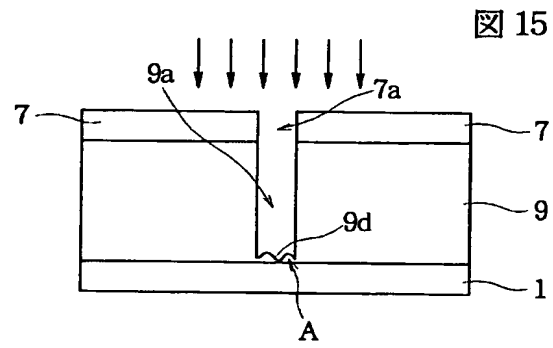


【図 14】

図 14



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 下部コア層上に形成される絶縁層は、その膜厚が厚く形成されているために、前記絶縁層にトラック幅規制溝を形成する際に、エッチングの制御を適性に行なうことが難しく、前記トラック幅規制溝の下には、絶縁層の一部が残されやすい。絶縁層が残されると、前記溝内に磁極層を適切にメッキ形成することができない。

【解決手段】 下部コア層 1 0 と絶縁層 1 1 との間に、前記絶縁層 1 1 の反応性イオンエッチングに対するエッチングレートよりも小さいエッチングレートを有するストッパ層 1 5 を設ける。これにより前記絶縁層 1 1 に、下部コア層 1 0 にまで確実に通じる溝 1 1 a を形成でき、前記溝 1 1 a 内に下部磁極層 1 2 を適切にメッキ成長させて形成することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区雪谷大塚町1番7号
氏 名	アルプス電気株式会社